

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGENDALI SUHU SECARA OTOMATIS PADA RUMAH BURUNG WALET



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Sastra 1 pada
Jurusan Teknik Elektro Falkutas Teknik**

Oleh :

ADNAN IBRAHIM

D400160048

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FALKUTAS TENKIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGENDALI SUHU
SECARA OTOMATIS PADA RUMAH BURUNG WALET**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ADNAN IBRAHIM

D400160048

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Agus Supardi S.T, M.T

NIK. 883

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGENDALI SUHU SECARA OTOMATIS PADA RUMAH BURUNG WALET

OLEH

ADNAN IBRAHIM

D409160048

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 18 Januari 2021
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dosen Pembimbing
(Agus Supardi, ST,MT)

()

2. Dosen Penguji
(Aric Budiman, ST,MT)

()

3. Dosen Penguji
(Tindya Prasetya, ST,MT)

()



Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

Nik.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 18 januari 2021

Penulis



ADNAN IBRAHIM

D400160048

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGENDALI SUHU SECARA OTOMATIS PADA RUMAH BURUNG WALET

Abstrak

Perkembangan mikrokontroler kini semakin cepat dan semakin banyak diminati sebagai sistem kendali. Bahkan saat ini mikrokontroler sudah berbentuk modul yang lebih kecil, lengkap dan praktis dalam pengaplikasian. Tugas akhir ini merancang dan mengimplementasikan sebuah aplikasi sistem pengendali suhu secara otomatis pada rumah burung walet berbasis iot. Aplikasi monitoring kelembapan dan suhu udara di lengkapi dengan komponen seperti NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, LCD 2x16, LCD 12C, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Perancangan dan realisasi aplikasi monitoring kelembapan dan suhu udara pada budidaya rumah burung walet tersebut berasal dari eksperimen, sedangkan pendukung penulisan tugas akhir ini diperoleh dari beberapa sumber seperti buku, internet dan *literature*. Aplikasi monitoring kelembapan dan suhu udara ini menggunakan mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan ESP8266 sebuah modul *wifi* yang dapat disambungkan melalui jaringan internet. Sistem kerja dari alat ini adalah mendeteksi suhu dan kelembapan pada sarang walet dengan menggunakan sensor DHT11 yang diproses oleh NodeMCU, kemudian data hasil monitoring dipantau dan dikontrol melalui *platform antares* yang terdapat pada internet menggunakan WIFI sebagai media penghubung alat dengan *smartphone* atau *computer*. Hasil penelitian ini dilakukan dengan membandingkan alat thermometer hygrometer dengan alat monitoring yang telah dibuat dan menghasilkan nilai error suhu terkecil 0,3% dan menghasilkan error kelembapan terkecil 0% dengan nilai rata-rata error yang tidak besar.

Kata kunci : Monitoring, Sensor Suhu dan Kelembapan, IoT.

Abstract

Now, the development of microcontrollers get faster and more and more in demand as a control system. Even now, it has been in the form of a smaller module, complete, and practical in application. This analysis aimed to design and implement an automatic temperature control system application in iot-based swallow birdhouse. Application of humidity and air temperature monitoring is equipped by components such as NodeMCU ESP8266, DHT11 sensor, 2x16 LCD, 12C LCD, and several supporting components. The design and realization of monitoring application in swallow birdhouse cultivation that came from the experiments, while the support for this analysis was obtained from several sources like books, internet, and literature. This application uses a microcontroller that is equipped with an ESP8266, a Wi-Fi module that can be connected via internet network. The working system of this tool is to detect the temperature and humidity in swallow nests using DHT11 sensor which is processed by NodeMCU, then the monitoring data is monitored and controlled through the interares platform on the internet using Wi-Fi as a medium for connecting the device by a smartphone or PC. The result of this study were carried out by comparing the hygrometer thermometer with the monitoring tools that have been made and produce the smallest temperature error value of 0,3% and produce the smallest error 0% humidity with an average error value that is not large.

Keywords: *Monitoring, Temperature and Humidity Sensor, and IoT.*

1.PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin bertambah dibanding dengan teknologi zaman dahulu. salah satunya teknologi dibidang elektronika yang seiring berjalanya waktu. Dengan adanya inovasi penemuan teknologi terbaru ini sangat berdampak baik terhadap semua bidang. Seperti dalam budidaya sarang walet yang masih kurangnya alat monitoring kelembapan dan suhu ruangan pada sarang walet, sehingga tidak dapat memantau kelembapan dan suhu ruangan secara otomatis dari jarak jauh dan harus secara manual.

Penelitian ini bertujuan untuk pengaplikasian sistem kontrol suhu dan kelembapan pada sarang walet menggunakan modul deteksi dan infrared. Data yang diperoleh dikirimkan ke database cloud yang akan disampaikan melalui aplikasi smartphone petani walet (Ahmad, 2019).

Penelitian ini membahas tentang pemantauan kondisi bahan makanan atau makanan yang mudah busuk dengan indikasi suhu dan kelembapan ruangan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi dan peralatan yang sederhana. Peralatan yang digunakan adalah sensor DHT11, NodeMCU sebagai mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul yang terdiri dari *wifi* ESP 8266 dan MATLAB guna memunculkan data yang telah diproses NodeMCU (Karim, 2018) .

Penelitian ini memperkenalkan desain *detector* suhu dan kelembapan berbasis mikrokontroler 32 bit AT32UC3A051. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan DHT11. Alat ini mengumpulkan data suhu dan kelembapan yang ditampilkan pada LCD TG12864E secara *realtime* dan ditransmisikan oleh teknologi *ZigBee* (Xiaodong, 2012).

Penelitian ini merancang system pemantauan suhu dan kelembapan di rumah kaca berbasis IoT. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan di rumah kaca, dan menggunakan teknologi *Zig Bee* untuk mewujudkan pemantauan suhu dan kelembapan secara *online*. Dengan menggunakan transmisi nirkabel dan data yang ditempatkan pada berbagai rumah kaca dapat mentransmisikan nilai suhu dan kelembapan di rumah kaca ke node pusat dengan mudah. Sistem ini terdiri dari akusisi data,

modul komunikasi nirkabel, modul alarm dan sebagainya. Sistem ini cukup sederhana, biaya rendah, pengoperasian mudah, rentang aplikasi luas, skalabilitas luas dan sebagainya. Dibandingkan dengan sistem sistem tradisional dapat memenuhi permintaan untuk memperoleh nilai suhu dan kelembapan rumah kaca di Tiongkok (Zhang, 2014).

Sensor merupakan elemen sistem instrumentasi yang digunakan untuk mengukur suatu *variabel* dan menghasilkan pengukuran yang disesuaikan dengan *variabel* masukan (besaran *fisis*), dan hasil pengukuran dapat dihubungkan dengan sebagian sistem instrumentasi yang lain untuk membaca dan memberikan aksi dari pengukuran *fisis* tersebut (Bolton, 2004).

2.METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem monitoring kelembapan dan suhu ruangan jamur ini antara lain:

2.1.a Hardware

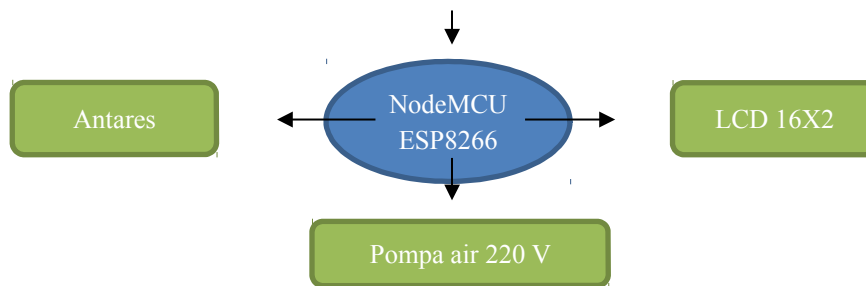
- NodeMCU ESP8266
- Sensor DHT11
- LCD 16x2 *with* 12c
- *Relay 2 channel*
- Pompa air 220V

2.1.b Software

- Arduino IDE
- *Platform Antares*

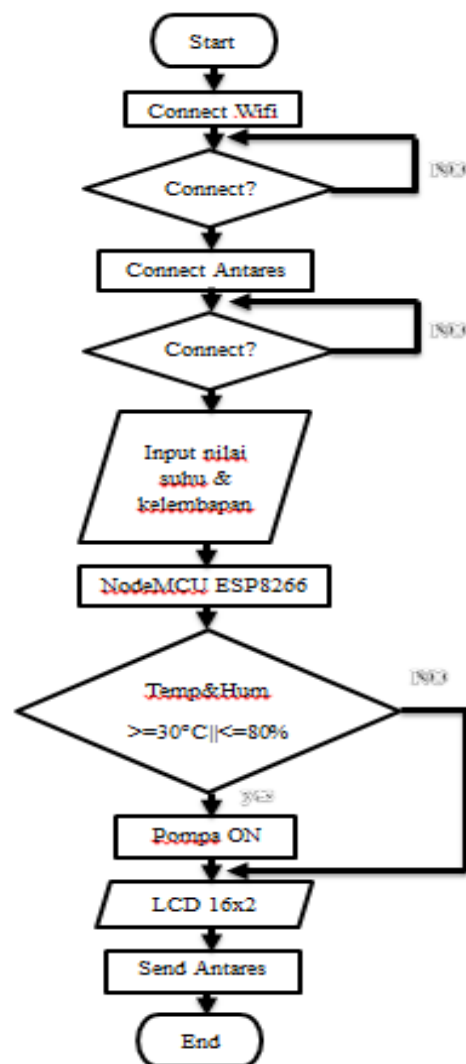
2.2 Perancangan Alat

SENSOR DHT11



Gambar 1. Blok Diagram

2.3 Perancangan *Software*



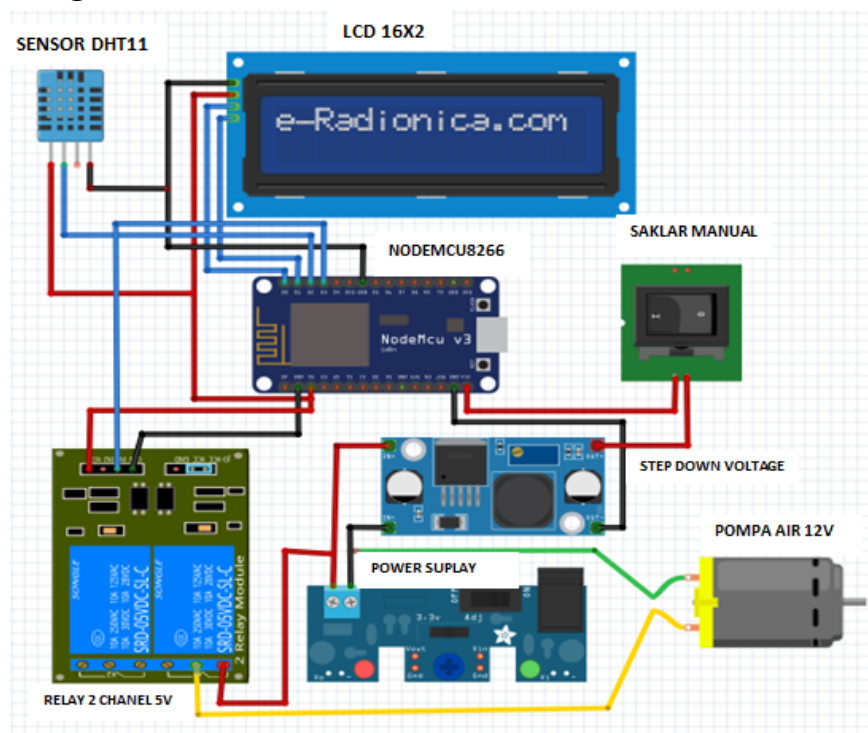
Gambar 2. *Flowchart*

Flowchart ini menjelaskan urutan proses kerja alat yang diawali dengan menyambungkan *wifi* dan laptop untuk membuka *Antares*, kemudian inputan sensor yang diterima akan diproses oleh NodeMCU 8266 dan jika kelembapan berkurang dari 70% maka pompa otomatis menyala sedangkan jika lebih dari 70% maka pompa *off*. Selanjutnya hasil outputan akan ditampilkan pada LCD 16x2 serta *Antares*.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Alat

a. Skema Rangkaian



Gambar 3. Skema Rangkain

Pada gambar 3. Terdapat sensor DHT 11 memiliki 3 pin yaitu vcc terhubung di vv nodeMCU, ground pada ground nodeMCU, data terhubung dengan pin D2 nodeMCU. Lcd 16x2 dilengkapi dengan I2C memiliki 4 pin, pin sda terhubung dengan pin D0 nodeMCU, pin SCL dengan pin D1 nodeMCU, vcc dengan vv, ground dengan ground. Modul *relay* 5v memiliki 3 pin yaitu pin input terhubung dengan pin D3, pin vcc dengan vv, ground dengan

ground. Untuk outputan *relay* menggunakan NC dan COM yang terhubung dengan kabel netral pompa 220v. *Supply* tegangan nodeMCU menggunakan tegangan 5v DC.

b. Desain Alat

Desain alat ini menggunakan pcb bolong berukuran 9,5x8,5 cm, NodeMCU ESP8266 diletakan pada pcb dengan pin header female yang telah disolder, untuk pin data,vcc dan ground diletakan bagian samping menggunakan pin header male untuk input ke mikrokontroler. Rangkain ini menggunakan box plastic dengan ukuran 18x13x5 cm. Gambar ditunjukan pada gambar 4

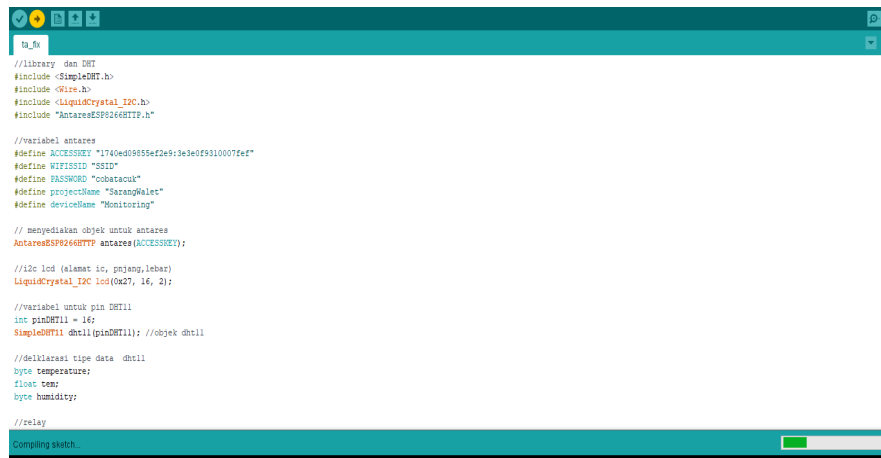


Gambar 4. Desain Alat

3.2 Hasil Pengujian

3.2.1 Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian NodeMCU ESP8266 bertujuan untuk mengetahui kinerja mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dalam proses upload program sehingga dapat diketahui NodeMCU ESP8266 dapat berjalan dengan baik. Langkah-langkah pengujiannya yaitu menghubungkan nodeMCU dengan laptop kemudian buka aplikasi arduino IDE, buka *sketch* yang akan diupload selanjutnya upload *sketch* tunggu hingga proses selesai.



```
//library dan DHT
#include <SimpleDHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "AntaresESP8266HTTP.h"

//variabel antares
#define ACCESSKEY "1740ed09855ef2e9:3e3e0f9310007fef"
#define WIFISSID "SSID"
#define PASSWORD "cobatacuK"
#define projectName "SarangMalet"
#define deviceName "Monitoring"

// menyediakan objek untuk antares
AntaresESP8266HTTP antares(ACCESSKEY);

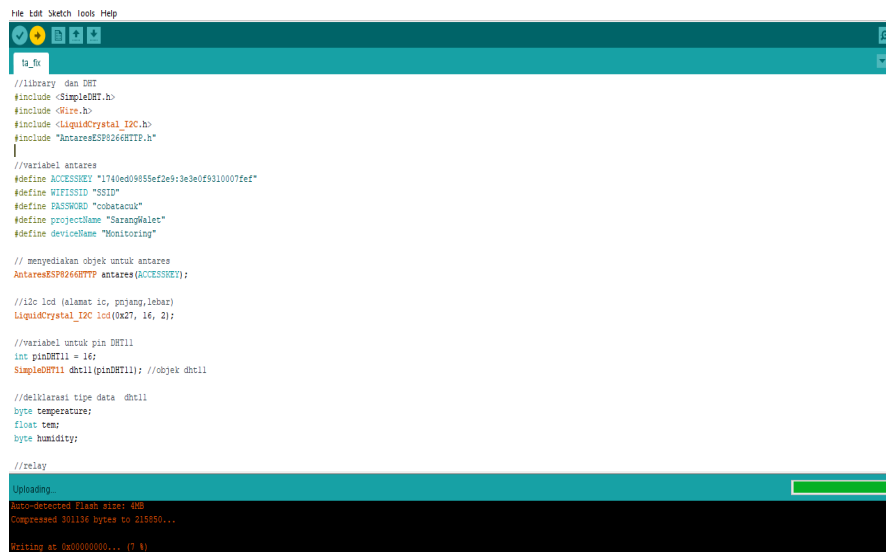
//i2c i2c (alamat ic, panjang, lebar)
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//variabel untuk pin DHT11
int pinDHT11 = 16;
SimpleDHT11 dht11(pinDHT11); //objek dht11

//deklarasi tipe data dht11
byte temperature;
float temp;
byte humidity;

//relay
Compiling sketch...
```

Gambar 5. Tampilan proses upload *script*



```
File Edit Sketch Tools Help

//library dan DHT
#include <SimpleDHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "AntaresESP8266HTTP.h"
|
//variabel antares
#define ACCESSKEY "1740ed09855ef2e9:3e3e0f9310007fef"
#define WIFISSID "SSID"
#define PASSWORD "cobatacuK"
#define projectName "SarangMalet"
#define deviceName "Monitoring"

// menyediakan objek untuk antares
AntaresESP8266HTTP antares(ACCESSKEY);

//i2c i2c (alamat ic, panjang, lebar)
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//variabel untuk pin DHT11
int pinDHT11 = 16;
SimpleDHT11 dht11(pinDHT11); //objek dht11

//deklarasi tipe data dht11
byte temperature;
float temp;
byte humidity;

//relay
Uploading...
Uncompressing Firm size: 40B
Compressed 30134 bytes to 21580...
Writing at 0x00000000... (7 %)
```

Gambar 6. Tampilan *comment* saat *script* berhasil di upload

Pada gambar 5 diatas menunjukan proses uploading program dan tidak ada *comment* yang menunjukan terjadi kesalahan dalam program sehingga program dapat berjalan dengan baik seperti yang ditunjukan pada gambar 6.

3.2.2 Pengujian Respon Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah komponen utama yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan rumah walet. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar *sensivitas* sensor dengan membandingkan nilai sensor dengan nilai hasil pengukuran digital meter maka akan diperoleh seberapa error sensor dalam presentase. Pengujian ini dilakukan dalam waktu 5 menit sekali selama 30 menit dan dilakukan didalam ruangan.

Tabel 1. Pengujian Respon Sensor DHT11

No	Waktu	Suhu			Kelembapan			Kondisi
		Termomete r	DHT1 1	% <i>Erro</i> <i>r</i>	Hygromete r	DHT1 1	% <i>Erro</i> <i>r</i>	
1	08.46.31	30	31	3.33	71	72	1.4084	<i>Off</i>
2	08.47.15	29.9	31	3.67	70	68	-2.8571	<i>Off</i>
3	08.48.13	29.9	30	0.33	70	68	-2.8571	<i>Off</i>
4	08.49.10	29.9	31	3.67	71	71	0	<i>Off</i>
5	08.49.38	29.9	30	0.33	71	71	0	<i>Off</i>
6	08.50.05	29.8	30	0.67	72	72	0	<i>Off</i>
Rata-Rata Error				2				-0.7176



Gambar 7. Proses pengujian sensor DHT11

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian respon sensor DHT11 dan dilakukan perhitungan error dengan menggunakan rumus:

$$\%Error = \frac{Nilai Asli - Nilai Sensor}{Nilai Asli} \times 100$$

Hasil perbandingan suhu sensor dengan thermometer digital menunjukkan nilai error terkecil terjadi pada waktu 5 menit ketiga dan kelima dengan nilai error 0,3% dengan rata-rata error 2%. Sementara untuk kelembapan nilai error terkecil terjadi pada waktu 5 menit ketiga dan kelima dengan nilai error 2,85% dan 0% dengan rata-rata 1,18%. Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 1 error dari sensor DHT11 rata-rata error suhu tidak terlalu besar dan sesuai dari *data sheet* sensor DHT11, sementara untuk rata-rata error kelembapan masih terlalu besar.

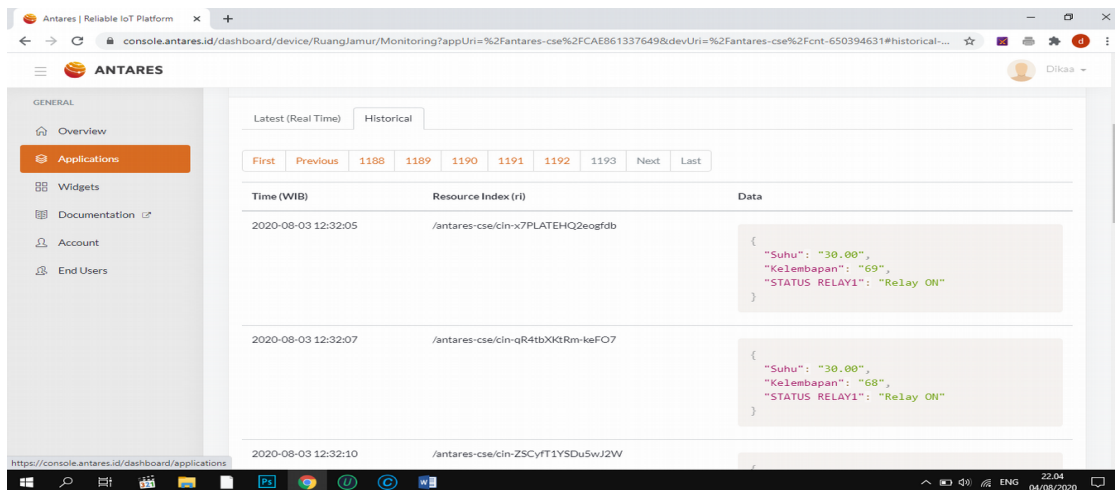
3.2.3 Pengujian Wireless Pengirim dan Penerima

Pengujian *wireless* adalah proses pengujian pembacaan data dari pengirim NodeMCU ESP8266 berupa data secara *real time* terdapat pada *platform Antares* yang dapat di akses melalui laptop atau android, dengan syarat terhubung *wifi* yang sama. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak jangkauan koneksi *wifi* yang digunakan untuk mengakses *Antares*. Pengujian pengirim atau alat diletakan didalam ruangan dengan penghalang seperti tembok.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Wifi

N o	Jarak (meter)	Status
1	3	Terhubung
2	5	Terhubung
3	7	Terhubung
4	10	Terhubung
5	15	Tidak Terhubung

Dari data hasil pengujian pada tabel 2. Jangkauan *wifi* untuk dapat terhubung dengan laptop maksimal pada jarak 10 meter, jika lebih dari jarak 10 meter maka tidak dapat terhubung dengan laptop untuk digunakan mengakses *platform Antares*.



Gambar 8. Tampilan Data

3.2.4 Pengujian Alat di Rumah Walet

Pengujian lapangan ini dilakukan di dalam ruangan budidaya sarang walet yang terletak di desa Dungbang Rt 1 Rw 4, Matesih, Karanganyar pada hari sabtu tanggal 24 Oktober 2020. Pengujian ini dilakukan dengan pengambilan data suhu sensor, kelembapan sensor dan data suhu, kelembapan alat *thermometer-hygrometer* digital yang berfungsi sebagai pembanding sensor suhu dan kelembapan.



Gambar 9. Penempatan alat monitoring

Tabel 3. Hasil Pengujian Suhu dan Kelembapan Kondisi Pagi Hari

No	Waktu	Suhu		%Error	Kelembapan		%Error	Kondisi
		Termometer	DHT11		Hygrometer	DHT11		
1	08.46.31	30	31	3.33	71	72	1.408	On
2	08.47.15	29.9	31	3.67	70	68	-2.857	On
3	08.48.13	29.9	30	0.33	70	68	-2.857	On
4	08.49.10	29.9	31	3.67	71	71	0	On
5	08.49.38	29.9	30	0.33	71	71	0	On
6	08.50.05	29.8	29	2.68	81	80	1.234	Off
Rata-Rata Error				2.335	8.356			

Tabel 4. Hasil Pengujian Suhu dan Kelembapan Kondisi Siang Hari

No	Waktu	Suhu		%Error <i>r</i>	Kelembapan		%Error <i>r</i>	Kondisi Pompa
		Termometer	DHT11		Hygromete <i>r</i>	DHT11		
1	13.20.56	31.3	29	7.34	67	73	8.95	Off
2	13.20.58	29.6	29	2.02	70	74	5.71	Off
3	13.21.01	29.1	29	0.34	72	74	2.77	Off
4	13.21.09	29.8	29	3.69	76	74	2.63	Off
5	13.21.16	29.6	29	1.39	76	74	2.63	Off
6	13.21.22	28.5	29	1.75	77	74	3.89	Off
Rata-Rata Error				13.53			4.43	

Tabel 5. Hasil Pengujian Suhu dan Kelembapan Kondisi Sore Hari

No	Waktu	Suhu		%Error <i>r</i>	Kelembapan		%Error <i>r</i>	Kondisi Pompa
		Termometer	DHT11		Hygromete <i>r</i>	DHT11		
1	17.05.17	28.4	29	2.11	77	74	3.89	Off
2	17.05.20	28.3	29	2.47	77	74	3.89	Off
3	17.05.35	28.3	29	2.47	78	74	5.12	Off
4	17.05.49	28.3	29	2.47	78	74	5.12	Off
5	17.08.03	28.3	30	6	78	74	5.12	On
6	17.08.2	28.3	29	2.47	79	75	5.06	Off

Rata-Rata Error	2.99833	4.7
-----------------	---------	-----

Proses pengujian dilakukan selama waktu yang tidak menentu dengan mengamati data suhu dan kelembapan yang dibandingkan dengan *thermoter* dan *hygrometer* untuk mencari seberapa nilai kesalahan sensor. Mengamati kondisi pompa air yang digunakan sebagai penstabil suhu dan kelembapan ruangan ketika suhu ruangan lebih dari sama dengan 29°C atau kelembapan kurang dari sama dengan 70% maka secara otomatis pompa air menyala memyemprotkan air menjadi kabut

Pada tabel 3. Hasil data pengujian pada kondisi pagi hari memiliki nilai error suhu terkecil yaitu 0,3% dengan nilai rata-rata error keseluruhan 2.335%. Sedangkan untuk nilai error kelembapan terkecil yaitu 0% dengan nilai rata-rata error keseluruhan 8,356%. Untuk kondisi pompa air ketika penggujian pagi hari waktu 08:50:05 *off* dikarenakan suhu ruangan dibawah 30°C kelembapan diatas 80%.

Pada tabel 4. Hasil data pengujian pada kondisi siang hari memiliki nilai error suhu terkecil yaitu 0,3% dengan nilai rata-rata error keseluruhan 13,53%. Sedangkan untuk nilai error kelembapan terkecil yaitu 2,63% dengan nilai rata-rata keseluruhan 4,43%. Untuk kondisi pompa air ketika sore siang hari *off* dikarenakan suhu ruangan dibawah 30°C kelembapan diatas 70%.

Pada tabel 5. Hasil data pengujian pada kondisi sore hari memiliki nilai error suhu terkecil yaitu 2.11% dengan nilai rata-rata error keseluruhan 2,998%. Sedangkan untuk nilai error kelembapan terkecil yaitu 3,89% dengan nilai rata-rata keseluruhan 4,7%. Untuk kondisi pompa air ketika sore hari pada menit ke 17:08:03 *on* dikarenakan suhu ruangan 30°C akan tetapi kelembapan diatas 70%.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan :

1. Alat monitoring kelembapan dan suhu udara pada ruang walet berbasis IoT telah berhasil dirancang dan diimplementasikan pada budidaya sarang walet.
2. Berdasarkan jarak jangkauan *wifi* terhubung dengan laptop maksimal 10 meter dari alat monitoring yang digunakan untuk mengirimkan data nilai sensor kepada *platform Antares*.
3. Sensor DHT11 pada alat mampu mendeteksi suhu dengan baik menghasilkan nilai error terkecil sebesar 0,3%, sedangkan untuk mendeteksi kelembapan menghasilkan nilai error terkecil 0% dengan nilai rata-rata error yang tidak besar.
4. Pada proses pengujian alat diruangan nilai rata-rata error suhu terkecil terjadi pada kondisi pagi hari sedangkan nilai rata-rata error kelembapan terkecil terjadi pada kondisi siang hari dan bekerja secara baik.

PERSANTUNAN

Allhamdulillah saya ucapkan rasa puji syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah memberi kesabaran, pencerahan dan kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir ini yang berjudul “*Desain dan Implementasi Alat Pengendali Suhu secara Otomatis pada Rumah Burung Walet*” serta tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan terbaik untuk anaknya.
2. Bapak Agus Supardi ,S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah mambantu dan memberikan saran masukan.
3. Dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Andhy Buwana, Dika Bagus Pamungkas, Hasnan Habibi selaku pemilik budidaya sarang walet dan juga teman saya yang telah memberi tempat untuk proses pengujian dan membantu memberikan masukan.
5. Teman – teman Teknik Elektro 2016 yang telah membantu dan memberi semangat.

DAFTAR PUSTAKA

Karim, Asif Bin. 2018. “*Monitoring food storage humidity and Temperature Data Using IoT*”. International Journal of MOJ Food Process Technool,1-11, https://www.researchgate.net/profile/Md_Zahid_Hasan3/publication/326961129_Monitoring_food_storage_humidity_and_temperature_data_using_IoT/links/5b6e10aca6fdcc87

[df712995/Monitoring-food-storage-humidity-and-temperature-data-using-IoT.pdf](#), diakses pada 08 April 2020.

Whinstone, Bolton. 2006. "*Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*". Jakarta: Erlangga.

Xiaodong, Huang. 2012. "*Wireless Temperature and Humidity Detector Based on AT32UC3A051*". Journal of the mechanical behavior of biomedical materials 15, 141-152.

Zamahuri, Ahmad. 2019. "Sistem Pengendalian Otomatis pada Budidaya Sarang Burung Walet menggunakan IoT". <http://jtdjurnal.polinema.ac.id/> ,diakses pada tanggal 26 Januari 2021.

Zhang, Li Chai. 2014. "*System Design of Greenhouse Temperature and Humidity Monitoring and Alarming*". Journal of Materials Chemistry A 2 (34), 13916-13922.